

5

10     Einspritzdüse für Brennkraftmaschinen

Stand der Technik

15     Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einspritzdüse für  
Brennkraftmaschinen mit den Merkmalen des Oberbegriffs des  
Anspruchs 1.

20     Eine derartige Einspritzdüse ist beispielsweise aus der  
DE 100 58 153 A1 bekannt und besitzt einen Düsenkörper, an  
dem wenigstens ein erstes Spritzloch sowie wenigstens ein  
zweites Spritzloch ausgebildet sind. In einer ersten  
Nadelführung des Düsenkörpers ist eine als Hohlneedle  
ausgebildete erste Düsennadel geführt, mit der die  
Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine erste  
25     Spritzloch steuerbar ist. In der ersten Düsennadel ist  
koaxial eine zweite Düsennadel angeordnet, mit der die  
Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine zweite  
Spritzloch steuerbar ist. Bei der bekannten Einspritzdüse  
ist die zweite Düsennadel mit einem Antriebskolben  
30     antriebsverbunden, der in einem Steuerraum eine bei  
Druckbeaufschlagung in Schließrichtung wirksame Steuerfläche  
aufweist. Die zweite Düsennadel besitzt eine Druckstufe,  
d.h. eine Querschnittsfläche eines zwischen zweiter  
Düsennadel und Düsenkörper ausgebildeten zweiten  
35     Ventilsitzes ist kleiner als eine Querschnittsfläche einer

in der ersten Düsennadel zur Führung der zweiten Düsennadel ausgebildeten zweiten Nadelführung. Bei geöffneter erster Düsennadel wird die Druckstufe der zweiten Düsennadel mit Druck beaufschlagt, wobei die Druckstufe der zweiten Düsennadel in Öffnungsrichtung wirkt. Wenn bei erster Düsennadel zusätzlich auch die zweite Düsennadel geöffnet werden soll, kann im Steuerraum der Druck abgesenkt werden, so dass die Öffnungskraft an der Druckstufe der zweiten Düsennadel überwiegt. Der zur Betätigung der zweiten Düsennadel erforderliche Aufwand ist hierbei relativ groß.

#### Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Einspritzdüse mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs hat dem gegenüber den Vorteil, dass nur ein einziger Aktuator oder Aktor erforderlich ist, um beide Düsennadeln anzusteuern. Hierdurch ergibt sich ein erheblich vereinfachter Aufbau für die Einspritzdüse, so dass diese kostengünstiger hergestellt werden kann.

Die Erfindung beruht dabei auf dem allgemeinen Gedanken, die an den Antriebskolben der beiden Düsennadeln anliegenden Drücke mit nur einem einzigen Steuerkolben zu steuern, wobei zwischen dem Steuerkolben und dem jeweiligen zur Betätigung der zugehörigen Düsennadel dienenden Antriebskolben jeweils eine hydraulische Druckübertragungsstrecke vorgesehen ist. Während die zwischen dem Steuerkolben und dem zur Betätigung der ersten Düsennadel vorgesehen ersten Antriebskolben ausgebildete erste hydraulische Druckübertragungsstrecke permanent aktiv ist, schlägt die Erfindung vor, die zwischen dem Steuerkolben und dem zur Betätigung der zweiten Düsennadel vorgesehenen zweiten Antriebskolben ausgebildete zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke steuerbar auszugestalten, derart, dass die zweite Druckübertragungsstrecke zwischen einem aktivierten und

einem deaktivierten Zustand umschaltbar ist. Das Umschalten zwischen aktiviertem Zustand und deaktiviertem Zustand wird dabei in Abhängigkeit des Steuerkolbenhubes gesteuert. Das bedeutet, dass ein Öffnungshub des Steuerkolbens in jedem Fall einen Öffnungshub der ersten Düsennadel bewirkt und nach dem hubgesteuerten Umschalten zwischen deaktiviertem Zustand und aktiviertem Zustand zusätzlich einen Öffnungshub der zweiten Düsennadel bewirkt.

Beide Düsennadeln können somit direkt mit nur einem einzigen Steuerkolben, also mit einem einzigen Aktor angesteuert werden, was den Aufbau der erfindungsgemäßen Einspritzdüse vereinfacht. Desweiteren kann das Einspritzverhalten bzw. die Einspritzcharakteristik der Einspritzdüse verbessert werden, insbesondere lassen sich extrem kurze Einspritzzeiten realisieren.

Entsprechend einer besonders vorteilhaften Weiterbildung kann die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke bei einem vorbestimmten Steuerkolbenhub zwischen ihrem aktivierten und ihrem deaktivierten Zustand umschalten, wobei dieser Steuerkolbenhub dann so gewählt ist, dass bei einer Öffnungshubbewegung des Steuerkolbens bis zum Erreichen des vorbestimmten Steuerkolbenhubes die erste Düsennadel einen Öffnungshub durchführt, während die zweite Düsennadel in ihrer Schließstellung verbleibt, und dass bei einer über den vorbestimmten Steuerkolbenhub hinaus gehenden Öffnungshubbewegung des Steuerkolbens auch die zweite Düsennadel einen Öffnungshub durchführt. Über den vorgegebenen Steuerkolbenhub wird somit für den Steuerkolben ein Hubbereich definiert, in dem der Steuerkolben nur die erste Düsennadel betätigt. Erst bei einem über den vorgegebenen Steuerkolbenhub hinausgehenden Öffnungshub betätigt der Steuerkolben auch die zweite Düsennadel. Hierdurch wird es besonders einfach möglich, eine

Kraftstoffeinspritzung entweder nur durch das wenigstens eine erste Spritzloch oder sowohl durch das wenigstens eine erste Spritzloch als auch durch das wenigstens eine zweite Spritzloch durchzuführen. Dabei ist die Zeit zwischen dem Öffnen der ersten Düsennadel und dem Öffnen der zweiten Düsennadel quasi frei wählbar.

Entsprechend besonders vorteilhafter Ausführungsformen kann ein zweiter Steuerraum, der zur Betätigung des zweiten Antriebskolbens dient, über eine steuerbare Hydraulikverbindung an eine Zuführungsleitung anschließbar sein, die den Spritzlöchern unter Hochdruck stehenden Kraftstoff zuführt. Diese Hydraulikverbindung ist in Abhängigkeit der Steuerkolbenstellung zum Öffnen und Sperren gesteuert, wobei die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke bei geöffneter Hydraulikverbindung deaktiviert und bei gesperrter Hydraulikverbindung aktiviert ist. Bei dieser Ausführungsform wird die Inkompressibilität des verwendeten Hydraulikmediums, also des Kraftstoffs, ausgenutzt, um die zweite Druckübertragungsstrecke zu aktivieren bzw. zu deaktivieren. Solange die Hydraulikverbindung offen ist, kommuniziert der zweite Steuerraum mit der Zuführungsleitung, mit der Folge, dass die zweite Druckübertragungsstrecke zur Zuführungsleitung hin offen ist. Innerhalb der zweiten Druckübertragungsstrecke verdrängtes Hydraulikmedium, das in den zweiten Steuerraum gefördert oder aus dem zweiten Steuerraum verdrängt oder angesaugt wird, kann dann unmittelbar von der Zuführungsleitung aufgenommen bzw. über die Zuführungsleitung ersetzt werden. Wobei der Druck im zweiten Steuerraum quasi konstant bleibt und dem in der Zuführungsleitung herrschenden Druck entspricht.

Sobald jedoch die Hydraulikverbindung gesperrt ist, ist auch die zweite Druckübertragungsstrecke zumindest für dynamische Vorgänge quasi hermetisch dicht, mit der Folge, dass

Hydraulikmittel, das in den zweiten Steuerraum gefördert wird oder aus dem zweiten Steuerraum angesaugt oder verdrängt wird, einen entsprechenden Druckanstieg bzw. Druckabfall im zweiten Steuerraum erzeugt.

5

Bei einer zweckmäßigen Weiterbildung kann ein Abschnitt der Hydraulikverbindung im Steuerkolben ausgebildet sein. Durch diese Bauweise ergibt sich ein direkter Zusammenhang zwischen Steuerkolbenhub und Schaltbetätigung der zweiten Druckübertragungsstrecke.

10

Bei einer anderen Ausführungsform kann die steuerbare Hydraulikverbindung intern in der zweiten Druckübertragungsstrecke ausgebildet sein, wobei über die Hydraulikverbindung dann ein erster Übersetzerraum, in dem eine erste Übersetzerfläche des ersten Antriebskolbens angeordnet ist, an einen zweiten Übersetzerraum, in dem eine zweite Übersetzerfläche des zweiten Antriebskolbens angeordnet ist, anschließbar ist. Die Hydraulikverbindung ist wieder in Abhängigkeit der Steuerkolbenstellung zum Öffnen und Sperren gesteuert, wobei die zweite Druckübertragungsstrecke im Unterschied zu der weiter oben angeführten Ausführungsform bei geöffneter Hydraulikverbindung aktiviert und bei gesperrter Hydraulikverbindung deaktiviert ist. Bei dieser Ausführungsform vereinfacht sich der Aufbau der hydraulischen Streckenführung innerhalb der Einspritzdüse, da bis zur steuerbaren Hydraulikverbindung die zweite Druckübertragungsstrecke mit der ersten Druckübertragungsstrecke zusammenfallen kann.

15

20

25

30

Zweckmäßig ist hier eine Weiterbildung, bei welcher ein Abschnitt der Hydraulikverbindung im ersten Antriebskolben ausgebildet ist. Dementsprechend erfolgt die Steuerung der Hydraulikverbindung dann nur noch indirekt in Abhängigkeit des Steuerkolbenhubs und dafür direkt in Abhängigkeit des

35

Öffnungshubs der mit dem ersten Antriebskolben  
antriebsverbundenen ersten Düsennadel. Dies ist von  
besonderem Vorteil, da so die zweite Düsennadel exakt dann  
zum Öffnen angesteuert werden kann, wenn die erste  
5 Düsennadel beim Öffnen einen vorbestimmten Vorhub  
durchgeführt hat.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der erfindungsgemäßen  
Einspritzdüse ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den  
10 Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung  
anhand der Zeichnungen.

#### Zeichnungen

15 Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Einspritzdüse  
sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden  
näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf  
gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile  
beziehen. Es zeigen, jeweils schematisch:

20 Fig. 1 bis 4 jeweils einen stark vereinfachten Prinzip-  
Längsschnitt durch eine Einspritzdüse nach  
der Erfindung, bei unterschiedlichen  
Ausführungsformen.

#### 25 Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Entsprechend Fig. 1 besitzt eine erfindungsgemäße Einspritz-  
düse 1 einen nur teilweise dargestellten Düsenkörper 2. Die  
30 Einspritzdüse 1 dient zur Kraftstoffversorgung eines  
Zylinders einer Brennkraftmaschine, insbesondere in einem  
Kraftfahrzeug. Im montierten Zustand ragt eine Düsenspitze 3  
in einen Brennraum 4 oder in einen Vormischraum 4 des  
jeweiligen Zylinders hinein, derart, dass wenigstens ein  
35 erstes Spritzloch 5 und wenigstens ein zweites Spritzloch 6

bei einer entsprechenden Betätigung der Einspritzdüse 1 Kraftstoff in den Brennraum/Vormischraum 4 eindüsen können. Es ist klar, dass die Einspritzdüse 1 mehrere erste Spritzlöcher 5 und/oder mehrere zweite Spritzlöcher 6 aufweisen kann, die dann zweckmäßig jeweils ringförmig, in Umfangsrichtung entlang der Düsen spitze 3 verteilt angeordnet sind.

Der Düsenkörper 2 enthält eine erste Nadelführung 7, in der eine erste Düsennadel 8 hubverstellbar gelagert ist. Die erste Düsennadel 8 dient zur Steuerung des wenigstens einen ersten Spritzlochs 5. Zu diesem Zweck ist zwischen einer den Spritzlöchern 5, 6 zugewandten ersten Nadelspitze 9 der ersten Düsennadel 8 und der Düsen spitze 3 ein erster Dichtsitz 10 ausgebildet, der bezüglich einer Kraftstoffversorgung des wenigstens einen ersten Spritzlochs 5 stromauf des wenigstens einen ersten Spritzlochs 5 angeordnet ist.

Die Kraftstoffversorgung der Spritzlöcher 5, 6 erfolgt über eine Zuführungsleitung 11, die im Düsenkörper 2 ausgebildet ist, eingangsseitig mit unter Hochdruck stehendem Kraftstoff versorgt wird und ausgangsseitig in einen Düsenraum 12 einmündet. Vom Düsenraum 12 führt ein radial zwischen erster Düsennadel 8 und Düsenkörper 2 ausgebildeter Ringraum 13 zu den Spritzlöchern 5, 6. Zur Versorgung der Zuführungsleitung 11 mit unter Hochdruck stehendem Kraftstoff kann die Zuführungsleitung 11 an eine hier nicht gezeigte Hochdrucksammelleitung angeschlossen sein, die von einer Hochdruckpumpe gespeist wird und an welche die Zuführungsleitungen 11 von mehreren Einspritzdüsen 1 angeschlossen sind („Common-Rail-Prinzip“). Ebenso ist es möglich, die Zuführungsleitung 11 direkt an eine entsprechende Hochdruckpumpe anzuschließen.

Die erste Düsenadel 8 ist als Hohladel ausgebildet und enthält eine zweite Nadelführung 14, in welcher eine zweite Düsenadel 15 koaxial zur ersten Düsenadel 8 hubverstellbar gelagert ist. Die zweite Düsenadel 15 dient zur Steuerung des wenigstens einen zweiten Spritzlochs 6. Hierzu ist zwischen einer den Spritzlöchern 5, 6 zugewandten zweiten Nadelspitze 16 und der Düsen Spitze 3 ein zweiter Dichtsitz 17 ausgebildet, der stromab des wenigstens einen ersten Spritzlochs 5 und stromauf des wenigstens einen zweiten Spritzlochs 6 angeordnet ist. Die Dichtsitze 10, 17 erstrecken sich jeweils in Umfangsrichtung ringförmig und linienförmig.

Bei geschlossener erster Düsenadel 8 sind sowohl das wenigstens eine erste Spritzloch 5 als auch das wenigstens eine zweite Spritzloch 6 von der Kraftstoffzuführung abgetrennt. Bei geöffneter erster Düsenadel 8 und geschlossener zweiter Düsenadel 15 kommuniziert das wenigstens eine erste Spritzloch 5 mit der Kraftstoffversorgung, während das wenigstens eine zweite Spritzloch 6 von der Kraftstoffzuführung abgesperrt ist. Wenn beide Düsenadeln 8, 15 geöffnet sind, kommunizieren alle Spritzlöcher 5, 6 mit der Kraftstoffversorgung.

Zum Antrieb der ersten Düsenadel 8 ist ein erster Antriebskolben 18 vorgesehen, der im Düsenkörper 2 hubverstellbar gelagert ist und mit der ersten Düsenadel 8 antriebsgekoppelt ist. Bei der hier gezeigten Ausführungsform stützt sich der erste Antriebskolben 18 über eine Scheibe 19 an der ersten Düsenadel 8 ab. Da im Betrieb der Einspritzdüse 1 am ersten Antriebskolben 18 und an der ersten Düsenadel 8 permanent Kräfte angreifen, die den ersten Antriebskolben 18 gegen die erste Düsenadel 8 andrücken, ist es nicht zwingend erforderlich, dass die erste Düsenadel 8 fest mit dem ersten Antriebskolben 18



verbunden ist. Die einzelnen Bauteile (erste Düsennadel 8, Scheibe 19, erster Antriebskolben 18) können daher insbesondere lose aufeinander liegen. Die genannten Bauteile 8, 19, 18 bilden eine funktionale Einheit, die komplett  
5 hubverstellbar ist. Ebenso ist eine Ausführungsform möglich, bei welcher der erste Antriebskolben 18 fest mit der ersten Düsennadel 8 verbunden ist, insbesondere können der erste Antriebskolben 18 und die erste Düsennadel 8 auch einteilig ausgebildet sein.

10 Der erste Antriebskolben 18 weist eine erste Übersetzerfläche 20 auf, die in einem ersten Übersetzerraum 21 angeordnet und dort mit einem Druck beaufschlagbar ist. Die erste Übersetzerfläche 20 ist den Spritzlöchern 5, 6  
15 zugewandt und somit bei einer Druckbeaufschlagung in Öffnungsrichtung der ersten Düsennadel 8 wirksam. Der erste Antriebskolben 18 weist außerdem eine erste Kompensatorfläche 22 auf, die in einem ersten Kompensatorraum 23 angeordnet und dort mit einem Druck  
20 beaufschlagbar ist. Die erste Kompensatorfläche 22 ist entgegengesetzt zur ersten Übersetzerfläche 20 angeordnet und somit von den Spritzlöchern 5, 6 abgewandt, so dass die erste Kompensatorfläche 22 bei einer Druckbeaufschlagung in Schließrichtung der ersten Düsennadel 8 wirksam ist. Des  
25 weiteren ist eine erste Feder 24 vorgesehen, welche die erste Düsennadel 8 in Schließrichtung vorspannt. Zu diesem Zweck stützt sich die erste Feder 24 hier einenends am Düsenkörper 2 und andernends über die Scheibe 19 an der ersten Düsennadel 8 ab. Die erste Düsennadel 8 ist  
30 zusätzlich mit einer ersten Druckstufe 25 ausgestattet, die den Spritzlöchern 5, 6 zugewandt ist und somit bei einer Druckbeaufschlagung in Öffnungsrichtung der ersten Düsennadel 8 wirkt. Die erste Druckstufe 25 ergibt sich aus der Differenz zwischen der Querschnittsfläche der ersten  
35 Nadelführung 7 und der Querschnittsfläche des ersten

Dichtsitzes 10. Die erste Druckstufe 25 ist hier teilweise im Düsenraum 12 und teilweise im Ringraum 13 angeordnet.

5 Im Bereich der Scheibe 19 ist im Düsenkörper 2 ein Leckageraum 26 ausgebildet, der über einen Leckagekanal 27 mit einem relativ drucklosen Reservoir, z.B. Kraftstofftank, kommuniziert. In diesem Leckageraum 26 ist auch die erste Feder 24 untergebracht.

10 Zum Antrieb der zweiten Düsennadel 15 ist ein zweiter Antriebskolben 28 vorgesehen, der in geeigneter Weise mit der zweiten Düsennadel 15 antriebsgekoppelt ist. Analog zur Kopplung zwischen erstem Antriebskolben 18 und erster Düsennadel 8 kann auch der zweite Antriebskolben 28 bei  
15 einer Trennlinie 29 lose an der zweiten Düsennadel 15 anliegen. Ebenso ist eine feste Verbindung zwischen zweitem Antriebskolben 28 und zweiter Düsennadel 15 möglich. Jedenfalls bilden auch zweiter Antriebskolben 28 und zweite Düsennadel 15 eine funktionale Einheit, die als Ganzes hub-  
20 verstellbar ist. Der zweite Antriebskolben 28 weist eine zweite Übersetzerfläche 30 auf, die in einem zweiten Übersetzerraum 31 angeordnet und dort mit einem Druck beaufschlagbar ist. Die zweite Übersetzerfläche 30 ist von den Spritzlöchern 5, 6 abgewandt und somit bei einer  
25 Druckbeaufschlagung in Schließrichtung der zweiten Düsennadel 15 wirksam. Im Bereich des zweiten Übersetzerraums 31 ist eine zweite Feder 32 vorgesehen, welche die zweite Düsennadel 15 in Schließrichtung vorspannt. Hierzu ist die zweite Feder 32 einenends am Düsenkörper 2 und  
30 andernends über den zweiten Antriebskolben 28, an dessen zweiter Übersetzerfläche 30, an der zweiten Düsennadel 15 abgestützt.

35 Die zweite Düsennadel 15 ist mit einer zweiten Druckstufe 33 ausgestattet, die durch die Differenz zwischen der

Querschnittsfläche der zweiten Nadelführung 14 und der Querschnittsfläche des zweiten Dichtsitzes 17 ausgebildet ist. Bei einer Druckbeaufschlagung wirkt die zweite Druckstufe 33 in Öffnungsrichtung der zweiten Düsennadel 15. Bei geschlossener erster Düsennadel 8 ist die zweite Druckstufe 33 inaktiv, so dass die vollen Schließkräfte der zweiten Feder 32 und der zweiten Übersetzerfläche 30 wirken. Bei geöffneter erster Düsennadel 8 liegt an der zweiten Druckstufe 33 ein Druck an, der in Öffnungsrichtung der zweiten Düsennadel 15 wirkt und die zum Öffnen der zweiten Düsennadel 15 erforderlichen Öffnungskräfte reduziert.

Der erste Übersetzerraum 21 kommuniziert über einen ersten Steuerkanal 34 mit einem ersten Steuerraum 35. In entsprechender Weise kommuniziert auch der zweite Übersetzerraum 31 über einen zweiten Steuerkanal 36 mit einem zweiten Steuerraum 37.

Die Einspritzdüse 1 enthält außerdem einen Steuerkolben 38, der im Düsenkörper 2 hubverstellbar gelagert ist. Der Steuerkolben 38 ist mit einem in Fig. 1 nicht gezeigten Aktor oder Aktuator antriebsverbunden, z.B. über eine Antriebsstange 39. Der Steuerkolben 38 weist eine erste Steuerfläche 40 auf, die an einem ersten Ende 41 des Steuerkolbens 38 ausgebildet, im ersten Steuerraum 35 angeordnet und dort mit einem Druck beaufschlagbar ist. An einem dem ersten Ende 41 entgegengesetzten zweiten Ende 42 besitzt der Steuerkolben 38 eine zweite Steuerfläche 43, die im zweiten Steuerraum 37 angeordnet und dort mit Druck beaufschlagbar ist.

Zwischen dem Steuerkolben 38 und dem ersten Antriebskolben 18 ist somit eine erste hydraulische Druckübertragungsstrecke 44 ausgebildet, über welche die erste Übersetzerfläche 20 mit der ersten Steuerfläche 40 hydraulisch

gekoppelt ist. Der erste Steuerraum 35 kommuniziert über eine Einspeisleitung 45 mit der Zuführungsleitung 11, wobei in der Einspeisleitung 45 ein Einspeisventil 46 angeordnet ist, das hier als Rückschlagsperrventil ausgestaltet ist und zum ersten Steuerraum 35 hin durchlässig und zur Zuführungs-

5       leitung 11 hin sperrend ausgestaltet ist. Auf diese Weise herrscht im ersten Steuerraum 35 und somit im ersten Übersetzerraum 21 zumindest etwa derselbe Druck wie in der Zuführungsleitung 11.

10       In entsprechender Weise ist zwischen dem Steuerkolben 38 und dem zweiten Antriebskolben 28 eine zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke 47 ausgebildet, über welche die zweite Steuerfläche 43 mit der zweiten Übersetzerfläche 30

15       hydraulisch gekoppelt ist. Der zweite Steuerraum 37 ist über eine Hydraulikverbindung 48 an die Zuführungsleitung 11 anschließbar, so dass im kommunizierenden Zustand im zweiten Steuerraum 37 und somit auch im zweiten Übersetzerraum 31 derselbe Druck herrscht wie in der Zuführungsleitung 11. Die

20       Hydraulikverbindung 48 ist steuerbar ausgestaltet, derart, dass sie geöffnet und gesperrt werden kann. Erreicht wird dies dadurch, dass die Hydraulikverbindung 48 im Düsenkörper 2 so verlegt ist, dass der Steuerkolben 38 nach Art eines Schiebers arbeitet und in Abhängigkeit seiner Hubstellung

25       die Hydraulikverbindung 48 sperrt oder freigibt.

Im vorliegenden Fall ist ein Abschnitt 49 der Hydraulikverbindung 48 innerhalb des Steuerkolbens 38 ausgebildet. Dieser Abschnitt 49 kommuniziert einerseits mit dem zweiten

30       Steuerraum 37 und andererseits mit einem Ringraum 50 der Hydraulikverbindung 48, der über einen Kanal 51 der Hydraulikverbindung 48 mit der Zuführungsleitung 11 kommuniziert. In der hier gezeigten Ausgangsstellung ergibt sich dabei eine Überlappung zwischen dem dem Ringraum 50

zugewandten Ende des Abschnitts 49 und dem Ringraum 50, so dass die Hydraulikverbindung 48 geöffnet ist.

Bei einer Hubverstellung des Steuerkolbens 38 in einer durch  
5 einen Pfeil angedeuteten Öffnungsrichtung 52 wird die  
Verbindung zwischen dem Abschnitt 49 und dem Ringraum 50  
nach einer vorbestimmten Hubstrecke 53 abgeschnitten, d. h.  
die Hydraulikverbindung 48 ist dann gesperrt und es besteht  
keine kommunizierende Verbindung mehr zwischen der  
10 Zuführungsleitung 11 und dem zweiten Steuerraum 37.

Der Kompensatorraum 23 kommuniziert über einen  
Kompensatorkanal 54 mit der Zuführungsleitung 11.

15 Die erfindungsgemäße Einspritzdüse 1 entsprechend der  
Ausführungsform gemäß Fig. 1 funktioniert wie folgt:

In der in Fig. 1 gezeigten Ausgangslage sind beide  
Düsennadeln 8, 15 geschlossen. Im Kompensatorraum 23 und im  
20 Düsenraum 12 herrscht der Druck der Zuführungsleitung 11.  
Ebenso herrscht im ersten Steuerraum 35 und somit im ersten  
Übersetzerraum 21 der Druck der Zuführungsleitung 11. Da die  
Hydraulikverbindung 48 in dieser Ausgangsstellung geöffnet  
ist, herrscht auch im zweiten Steuerraum 37 und somit im  
25 zweiten Übersetzerraum 31 derselbe Druck wie in der  
Zuführungsleitung 11. Die Kräftebilanz an der Einheit aus  
erster Düsennadel 8 und erstem Antriebskolben 18 führt zu  
einer in Schließrichtung wirkenden resultierenden Kraft.  
Ebenso führt auch die Kräftebilanz an der Einheit aus  
30 zweiter Düsennadel 15 und zweitem Antriebskolben 28 zu einer  
in Schließrichtung wirksamen Kraft.

Wenn Kraftstoff durch das wenigstens eine erste Spritzloch 5  
in den Brennraum oder Vormischraum 4 eingedüst werden soll,  
35 wird der Steuerkolben 38 in Öffnungsrichtung 52 bewegt.

Hierbei dringt der Steuerkolben 38 mit seiner ersten Steuerfläche 40 in den ersten Steuerraum 35 ein. Der damit einhergehende Druckanstieg wird über die erste hydraulische Druckübertragungsstrecke 44 direkt in den ersten Übersetzerraum 21 und somit an die erste Übersetzerfläche 20 übertragen. Hierdurch wird die Kräftebilanz am ersten Antriebskolben 18 verändert und zwar dahingehend, dass sich an der ersten Düsennadel 8 eine in Öffnungswirkung wirksame Kraft ergibt. Dementsprechend hebt die erste Düsennadel 8 vom ersten Dichtsitz 10 ab. Bei geöffneter erster Düsennadel 8 ist das wenigstens eine erste Spritzloch 5 mit dem Düsenraum 12 verbunden und kann dementsprechend Kraftstoff in den Brennraum bzw. Vormischraum 4 eindüsen.

Bei geöffneter erster Düsennadel 8 baut sich dann auch an der zweiten Druckstufe 33 der zweiten Düsennadel 50 der in der Zuführungsleitung 11 herrschende Hochdruck auf, wodurch sich die Kräftebilanz an der Einheit aus zweiter Düsennadel 15 und zweitem Antriebskolben 28 verändert. Dennoch überwiegen die in Schließrichtung wirksamen Kräfte und die zweite Düsennadel 15 bleibt geschlossen.

Solange die Öffnungshubbewegung des Steuerkolbens 38 kleiner ist als die Hubstrecke 53 bleibt die Hydraulikverbindung 48 offen. Dies hat zur Folge, dass während der Hubverstellung des Steuerkolbens 38 im zweiten Steuerraum 37 kein Druckabfall entsteht, obwohl der Steuerkolben 38 mit seiner zweiten Steuerfläche 43 aus dem zweiten Steuerraum 37 heraus bewegt wird, so dass sich das Volumen des zweiten Steuerraums 37 vergrößert. Über die offene Hydraulikverbindung 48 kann, angetrieben durch den Hochdruck in der Zugführungsleitung 11, Hydraulikmittel, also Kraftstoff, in den zweiten Steuerraum 37 nachfließen. Der Druck im zweiten Steuerraum 37 und somit auch im zweiten Übersetzerraum 31 ändert sich dabei im wesentlichen nicht.

Die im zweiten Steuerraum 37 durch die Hubverstellung des Steuerkolbens 38 bewirkte Volumenvergrößerung führt im zweiten Steuerraum 37 jedoch nicht zu einem Druckabfall, da das fehlende Volumen durch die offene Hydraulikverbindung 48 sofort ersetzt werden kann. Die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke 47 kann somit keine Druckänderung von der zweiten Steuerfläche 43 auf die zweite Übersetzerfläche 30 übertragen, so dass die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke 47 bei geöffneter Hydraulikverbindung 48 inaktiv bzw. deaktiviert ist.

Wenn die Kraftstoffeinspritzung über das wenigstens eine erste Spritzloch 5 nicht ausreicht und zusätzlich eine Kraftstoffeinspritzung durch das wenigstens eine zweite Spritzloch 6 durchgeführt werden soll, wird der Steuerkolben 38 über die Hubstrecke 53 hinaus in der Öffnungsrichtung 52 verstellt. Hierdurch wird zunächst die Hydraulikverbindung 48 gesperrt, so dass das in der zweiten hydraulischen Druckübertragungsstrecke 47 eingeschlossene Hydraulikvolumen hermetisch abgeschlossen ist. Auf diese Weise wird die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke 47 aktiviert, so dass sie Druckänderungen, die an der zweiten Steuerfläche stattfinden, auf die zweite Übersetzerfläche 30 übertragen kann. Das bedeutet, dass bei einer über die Hubstrecke 53 hinausgehenden Hubverstellung des Steuerkolbens 38 die im zweiten Steuerraum 37 bewirkte Volumenvergrößerung im zweiten Steuerraum 37 einen Druckabfall erzeugt. Dieser Druckabfall pflanzt sich über die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke 47 unmittelbar in den zweiten Übersetzerraum 31 fort, so dass der reduzierte Druck dann auch an der zweiten Übersetzerfläche 30 anliegt. Hierdurch wird die Kräftebilanz an der Einheit aus zweitem Antriebskolben 28 und zweiter Düsennadel 15 erneut verändert, und zwar so, dass sich nunmehr eine in Öffnungsrichtung wirksame resultierende Kraft ergibt.

Dementsprechend hebt die zweite Düsennadel 15 vom zweiten Dichtsitz 17 ab.

5       Anschließend ist auch das wenigstens eine zweite Spritzloch 6 mit dem Düsenraum 12 verbunden und kann Kraftstoff in den Vormischraum bzw. Brennraum 4 eindüsen.

10       Zum Schließen der zweiten Düsennadel 15 kann der Steuerkolben 38 wieder bis zur Hubstrecke 53 zurück verstellt werden, wodurch die Hydraulikverbindung 48 wieder öffnet und einen Druckausgleich von der Zuführungsleitung 11 zum zweiten Steuerraum 37 und somit auch zum zweiten Übersetzerraum 31 ermöglicht. In der Folge überwiegen an der Einheit aus zweitem Antriebskolben 28 und zweiter Düsennadel 15 wieder die Schließkräfte, so dass die zweite Düsennadel 15 schließt.

20       Wenn danach auch die erste Düsennadel 8 geschlossen werden soll, fährt der Steuerkolben 38 in seine Ausgangslage zurück, wodurch die Volumenvergrößerung im ersten Steuerraum 35 einen Druckabfall im ersten Steuerraum 35 sowie im ersten Übersetzerraum 21 auslöst. Die damit einhergehende Änderung der an der ersten Düsennadel 8 angreifenden Kräftebilanz führt zum Schließen der ersten Düsennadel 8.

25       Bemerkenswert ist bei der erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1, dass bei geöffneter erster Düsennadel 8 die zweite Düsennadel 15 unabhängig von der ersten Düsennadel 8 geöffnet und geschlossen werden kann. Hierdurch ergeben sich besonders große Freiheitsgrade für die Betätigung der Einspritzdüse 1. Des weiteren ist wichtig, dass nur ein einziger Aktuator bzw. nur ein einziger Steuerkolben 38 benötigt wird, um die erste Düsennadel 8 und die zweite Düsennadel 15 unabhängig voneinander direkt anzusteuern. Der 35 hierzu erforderliche Aufwand ist vergleichsweise gering.



Bei der erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1 ist somit die erste hydraulische Druckübertragungsstrecke 44 permanent aktiv, während erfindungsgemäß die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke 47 aktivierbar und deaktivierbar ist. Die Aktivierung und Deaktivierung der zweiten hydraulischen Druckübertragungsstrecke 47 erfolgt dabei in Abhängigkeit des Steuerkolbenhubs, so dass sich für die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke 47 ein hubgesteuertes Umschalten zwischen aktiviertem Zustand und deaktiviertem Zustand ergibt. Zweckmäßig ist für die Hubstrecke 53 des Steuerkolbens 38, bei welcher das Umschalten zwischen aktiviertem und deaktiviertem Zustand der zweiten hydraulischen Druckübertragungsstrecke 47 stattfindet, auf einen vorbestimmten Schaltwert eingestellt. Dementsprechend wird im folgenden die vorbestimmte Hubstrecke 53 auch als Schaltwert 53 bezeichnet. Zweckmäßig ist der Schaltwert 53 so gewählt, dass bei einer Öffnungshubbewegung des Steuerkolbens 38 vor oder spätestens bei Erreichen des Schaltwerts 53 die erste Düsennadel 8 hinreichend weit geöffnet ist, um eine ordnungsgemäße Kraftstoffeindüsung durch das wenigstens eine erste Spritzloch 5 durchführen zu können. Erst wenn der Steuerkolben 38 über den Schaltwert 53 hinaus in Öffnungsrichtung 52 verstellt wird, öffnet auch die zweite Düsennadel 15, um durch das wenigstens eine zweite Spritzloch 6 eine Kraftstoffeindüsung zu bewirken.

Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1, wobei wegen der Übereinstimmungen mit dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 hinsichtlich Bauteilen und Funktionen auf das betreffend zu Fig. 1 Gesagte verwiesen und nachfolgend lediglich die Unterschiede erläutert werden.

Entsprechend Fig. 2 kann der Steuerkolben 38 mittels einer Rückstellfeder 55 entgegen der Öffnungsrichtung 52 vorgespannt sein. Bei der hier gezeigten Variante stützt sich diese Rückstellfeder 55 einenends am Düsenkörper 2 und andernends an einem Aktorkolben 56 ab, der unmittelbar von einem Aktor 57, insbesondere ein Piezoaktor, angetrieben ist.

Der zweite Antriebskolben 28 besitzt hier einen Kolbenkopf 58 und eine Kolbenstange 59, die fest miteinander verbunden oder einstückig hergestellt sein können; ebenso können sie lose aufeinander liegen und durch die angreifenden Druckkräfte auch bei Hubverstellungen in Kontakt bleiben. Der zweite Antriebskolben 28 besitzt hier eine zweite Kompensatorfläche 60, die in einem zweiten Kompensatorraum 61 angeordnet und mit Druck beaufschlagbar ist. Der zweite Kompensatorraum 61 kommuniziert über den Kompensatorkanal 54 mit der Zuführungsleitung 11. Die zweite Kompensatorfläche 60 ist dabei der zweiten Übersetzerfläche 30 entgegengesetzt und somit von den Spritzlöchern 5, 6 abgewandt angeordnet, so dass die zweite Kompensatorfläche 60 bei einer Druckbeaufschlagung in Schließrichtung der zweiten Düsennadel 15 wirkt. Im Unterschied zur Variante gemäß Fig. 1 sind bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 keine erste Kompensatorfläche 22 und kein erster Kompensatorraum 23 vorgesehen.

Außerdem wirkt die zweite Übersetzerfläche 30 bei einer Druckbeaufschlagung in Öffnungsrichtung der zweiten Düsennadel 15. Die erste Übersetzerfläche 20 wirkt hier bei einer Druckbeaufschlagung in Schließrichtung der ersten Düsennadel 8. Des weiteren kommt die zweite Düsennadel 15 hier ohne zugehörige zweite Feder 32 aus.

Der erste Steuerraum 35 kommuniziert über einen Drosselpfad 62 mit dem Ringraum 50, so dass der erste Steuerraum 35 gedrosselt mit der Zuführungsleitung 11 kommuniziert. Der Drosselpfad 62 ist dabei radial zwischen dem Steuerkolben 38 und einer Steuerkolbenführung 63 ausgebildet. Die Auslegung bzw. Dimensionierung des Drosselpfads 62 erfolgt so, dass sich bei statischen Zuständen des Steuerkolbens 38 und/oder bei langsamen Stellbewegungen des Steuerkolbens 38 ein Druckausgleich zwischen dem ersten Steuerraum 35 und der Zuführungsleitung 11 ausbildet, während bei dynamischen Vorgängen, insbesondere bei schnellen Verstellhüben des Steuerkolbens 38 ein Druckausgleich zwischen erstem Steuerraum 35 und Zuführungsleitung 11 nicht oder nicht schnell genug stattfinden kann.

Die erfindungsgemäße Einspritzdüse 1 entsprechend der Ausführungsform gemäß Fig. 2 funktioniert wie folgt:

In der in Fig. 2 dargestellten Ausgangslage herrscht in der ersten hydraulischen Druckübertragungsstrecke 44 der Hochdruck der Zuführungsleitung 11, wodurch sich an der ersten Düsennadel 8 eine Kräftebilanz ergibt, deren Resultierende in Schließrichtung wirkt. Die erste Druckstufe 25 wirkt dabei den Schließkräften der ersten Feder 24 und der ersten Übersetzerfläche 20 entgegen. Dementsprechend ist die erste Düsennadel 8 geschlossen. Des weiteren ist die Hydraulikverbindung 48 offen, so dass auch in der zweiten hydraulischen Druckübertragungsstrecke 47 derselbe Druck wie in der Zuführungsleitung 11 herrscht. Die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke 47 ist somit deaktiviert. Bei geschlossener erster Düsennadel 8 ist die zweite Druckstufe 33 relativ drucklos. Insgesamt ergibt sich somit für die erste Düsennadel 15 eine Kräftebilanz mit einer in Schließrichtung wirkenden resultierenden Kraft, so dass auch die zweite Düsennadel 15 geschlossen ist.

Wenn nun eine Kraftstoffeinspritzung durch das wenigstens eine erste Spritzloch 5 durchgeführt werden soll, wird der Steuerkolben 48 mit Hilfe des Aktors 57 so angesteuert, dass er in Öffnungsrichtung 52 eine Hubbewegung durchführt, die kleiner ist als die Hubstrecke 53, die auch hier wieder den Schaltwert 53 bildet. Bei einer Öffnungshubverstellung des Steuerkolbens 38 wird das Volumen des ersten Steuerraums 53 vergrößert. Da die Verstellbewegung des Steuerkolbens 38 mit einer sehr hohen Stellgeschwindigkeit erfolgt, ist der Drosselpfad 62 quasi undurchlässig, so dass die Öffnungshubverstellung des Steuerkolbens 38 mit einem Druckabfall im ersten Steuerraum 35 einhergeht. Dieser Druckabfall pflanzt sich über den ersten Steuerkanal 34 in den ersten Übersetzerraum 21 fort. Hierdurch wird die Kräftebilanz an der ersten Düsennadel 8 so geändert, dass nunmehr eine in Öffnungsrichtung wirkende Kraft resultiert. Folglich hebt die erste Düsennadel 8 vom ersten Dichtsitz 10 ab und das wenigstens eine erste Spritzloch 5 kommuniziert mit dem Düsenraum 12. Bei geöffneter erster Düsennadel 8 kann die gewünschte Einspritzung über das wenigstens eine erste Spritzloch 5 stattfinden. Mit dem Öffnen der ersten Düsennadel 8 stellt sich auch eine Druckbeaufschlagung der zweiten Druckstufe 33 ein, wodurch sich die an der zweiten Düsennadel 15 angreifende resultierende Schließkraft reduziert.

Bei der Öffnungshubverstellung des Steuerkolbens 38 taucht dieser mit seiner zweiten Steuerfläche 43 tiefer in den zweiten Steuerraum 37 ein, wodurch das Volumen im zweiten Steuerraum 37 verkleinert wird. Bei deaktivierter zweiter hydraulischer Druckübertragungsstrecke 47 kann sich dabei jedoch im zweiten Steuerraum 37 kein Druck aufbauen, da das verdrängte Hydraulikfluid, also Kraftstoff, über die offene

Hydraulikverbindung 48 in die Zuführungsleitung 11 entweichen kann.

Wenn nun eine größere Kraftstoffmenge pro Zeiteinheit eingedüst werden soll, kann die Einspritzung zusätzlich auch durch das wenigstens eine zweite Spritzloch 6 durchgeführt werden. Zu diesem Zweck betätigt der Aktuator 57 den Steuerkolben 48 zu einer über den Schaltwert 53 hinaus gehenden Öffnungshubverstellung, wodurch zunächst beim Überschreiten des Schaltwerts bzw. der Hubstrecke 53 die Hydraulikverbindung 48 gesperrt wird. Dies hat zur Folge, dass für Hubverstellungen des Steuerkolbens 38, die über den Schaltwert 53 hinausgehen, die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke 47 aktiviert ist. Dementsprechend bewirkt die Volumenverkleinerung des zweiten Steuerraums 37 einen Druckanstieg im zweiten Steuerraum 37, der sich über den zweiten Steuerkanal 36 in den zweiten Übersetzerraum 31 fortpflanzt.

Dementsprechend nimmt die an der zweiten Übersetzerfläche 30 eingeleitete Öffnungskraft zu, wodurch sich die Kräftebilanz an der zweiten Düsenadel 15 dahingehend ändert, dass nunmehr die Öffnungskräfte überwiegen und die zweite Düsenadel 15 vom zweiten Dichtsitz 17 abhebt.

Dementsprechend ist dann das wenigstens eine zweite Spritzloch 6 mit dem Düsenraum 12 verbunden und kann Kraftstoff in den Brennraum oder Vormischraum 4 eindüsen.

Zum Schließen der zweiten Düsenadel 15 wird der Steuerkolben 38 wieder so weit zurückverstellt, bis die Hydraulikverbindung 48 geöffnet und somit die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke 47 wieder deaktiviert ist und der Druck im zweiten Übersetzerraum 31 wieder abfällt.

Das Schließen der ersten Düsennadel 8 erfolgt in entsprechender Weise, indem der Steuerkolben 48 in seine Ausgangsstellung zurückverstellt wird. Die damit einhergehende Volumenverkleinerung im ersten Steuerraum 35 erzeugt einen Druckanstieg im ersten Steuerraum 35, der sich in den ersten Übersetzerraum 21 überträgt und dort an der ersten Übersetzerfläche 20 eine entsprechende Schließkraft erzeugt.

In Fig. 3 ist ein drittes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1 gezeigt, wobei auch hier wegen der Übereinstimmungen mit den voranstehend beschriebenen Beispielen hinsichtlich Bauteilen und Funktionen auf das betreffend Fig. 1 und 2 Gesagte verwiesen und nachfolgend lediglich die Unterschiede erläutert werden.

Entsprechend Fig. 3 ist bei der hier gezeigten Ausführungsform der Einspritzdüse 1 der erste Antriebskolben 18 über mehrere Zapfen 64 mit der ersten Düsennadel 8 antriebsverbunden, wobei die Zapfen 64 separate Bauteile oder einstückig am ersten Antriebskolben 18 und/oder an der ersten Düsennadel 8 ausgebildet sein können.

Die erste Übersetzerfläche 20 ist hier im ersten Steuerraum 35 angeordnet, so dass ein separater erster Übersetzerraum 21 hier entfallen kann. Aufgrund dieser Bauweise vereinfacht sich die erste hydraulische Druckübertragungsstrecke 44, da die miteinander verbundenen Flächen, nämlich die erste Übersetzerfläche 20 und die erste Steuerfläche 40 im selben Raum, nämlich im ersten Steuerraum 35 liegen.

Der erste Steuerraum 35 ist bei der hier gezeigten Ausführungsform wie bei der Variante gemäß Fig. 2 über einen Drosselpfad 65 kommunizierend mit der Zuführungsleitung 11 verbunden. Der Drosselpfad 65 verläuft hier radial zwischen

dem ersten Antriebskolben 18 und einer am Düsenkörper 2  
ausgebildeten Kolbenführung 66. Der Drosselpfad 65 ist somit  
an den Ringraum 50 der Hydraulikverbindung 48 angeschlossen.  
Ebenso ist es möglich, den Drosselpfad 65 radial zwischen  
5 dem Steuerkolben 38 und dem ersten Antriebskolben 18  
auszubilden.

Alternativ kann die Druckeinspeisung in den ersten  
Steuerraum 35 z. B. analog zur Ausführungsform gemäß Fig. 1  
10 mittels einer Einspeisleitung 45 mit Einspeisventil 46  
erfolgen, welche den ersten Steuerraum 35 mit der  
Zuführungsleitung 11 verbindet.

Eine weitere Besonderheit dieser Ausführungsform wird darin  
15 gesehen, dass die Steuerkolbenführung 63 hier im ersten  
Antriebskolben 18 ausgebildet ist, der zu diesem Zweck durch  
einen hohen Zylinder gebildet ist. Der Steuerkolben 38 ist  
somit coaxial im ersten Antriebskolben 18 angeordnet und  
daran hubverstellbar gelagert.

Bei der hier gezeigten Ausführungsform umfaßt die zweite  
hydraulische Druckübertragungsstrecke 47 einen  
Kopplungskolben 67, der ebenfalls im ersten Antriebskolben  
18 hubverstellbar gelagert ist. Der Kopplungskolben 67  
25 besitzt an einem von den Spritzlöchern 5, 6 entfernten  
ersten Ende 68 eine erste Kopplungsfläche 69, die im zweiten  
Steuerraum 37 angeordnet und dort mit Druck beaufschlagbar  
ist. Die erste Kopplungsfläche 69 liegt dabei der zweiten  
Steuerfläche 63 gegenüber. An einem vom ersten Ende 68  
30 entgegengesetzten zweiten Ende 70 des Kopplungskolbens 67  
ist eine zweite Kopplungsfläche 71 ausgebildet, die der  
ersten Kopplungsfläche 69 entgegengesetzt und im zweiten  
Übersetzerraum 31 angeordnet ist.

Der Kopplungskolben 67 ist als einseitig offener Hohlzylinder ausgebildet und auf das von den Spritzlöchern 5, 6 entfernte Ende des zweiten Antriebskolbens 28 aufgesteckt. Mit anderen Worten, der zweite Antriebskolben 28 ist mit seinem Kolbenkopf 58 im Kopplungskolben 67 hubverstellbar gelagert. Dementsprechend ist der zweite Kompensatorraum 61 im Kopplungskolben 67 ausgebildet, wobei sich auch die zweite Feder 32 im zweiten Kompensatorraum 61 am Kopplungskolben 67 abstützt. Für die Verbindung des zweiten Kompensatorraums 61 mit der Zuführungsleitung 11 ist ein erster Abschnitt 72 des Kompensatorkanals 54 im Kopplungskolben 67 ausgebildet. Ein zweiter Abschnitt 73 des Kompensatorkanals 54 ist im ersten Antriebskolben 18 ausgebildet. Schließlich ist ein dritter Abschnitt 74 des Kompensatorkanals 54 im Düsenkörper 2 ausgebildet. Die Dimensionierung und Anordnung der Kompensatorkanalabschnitte 72, 73, 74 erfolgt dabei so, dass für alle im ordnungsgemäßen Betrieb der Einspritzdüse 1 auftretenden Relativlagen zwischen Düsenkörper 2, erstem Antriebskolben 18 und Kopplungskolben 67 eine kommunizierende Verbindung zwischen Kompensatorraum 61 und Zuführungsleitung 11 gewährleistet wird. Hierzu können zusätzlich Ringräume 75 und 76 vorgesehen sein, wobei der eine Ringraum 75 im Bereich des ersten Kompensatorkanalabschnitts 72 im ersten Antriebskolben 18 ausgebildet ist, während der andere Ringraum 76 im Bereich des zweiten Kompensatorkanalabschnitts 73 im Düsenkörper 2 ausgebildet ist.

Die erfindungsgemäße Einspritzdüse 1 entsprechend der Ausführungsform gemäß Fig. 3 funktioniert wie folgt:

In der in Fig. 3 gezeigten Ausgangsstellung sind die beiden Düsenadeln 8, 15 geschlossen. Im ersten Steuerraum 35 herrscht der Hochdruck der Zuführungsleitung 11. Die Hydraulikverbindung 48 ist geöffnet, so dass auch im zweiten



Steuerraum 37 der Hochdruck der Zuführungsleitung 11 herrscht. Der Hochdruck der Zuführungsleitung 11 herrscht auch im zweiten Kompensatorraum 61. Zweckmäßig herrscht auch im zweiten Übersetzerraum 31 derselbe Druck wie in der Zuführungsleitung 11. Dies kann beispielsweise durch einen weiteren Drosselpfad 77 erreicht werden, der radial zwischen dem Kolbenkopf 58 des zweiten Antriebskolbens 28 und dem Kopplungskolben 67 ausgebildet ist und der den zweiten Kompensatorraum 61 mit dem zweiten Übersetzerraum 31 verbindet.

Zum Öffnen der ersten Düsennadel 8 wird der Steuerkolben 38 in der Öffnungsrichtung 52 verstellt. Hierdurch ergibt sich im ersten Steuerraum 35 ein Druckabfall, der unmittelbar auch an der ersten Übersetzerfläche 20 wirksam ist. Hierdurch ändert sich die Kräftebilanz an der ersten Düsennadel 8 dahingehend, dass daran eine in Öffnungsrichtung wirksame resultierende Kraft angreift. In der Folge hebt die erste Düsennadel 8 vom ersten Dichtsitz 10 ab.

Wenn nur die erste Düsennadel 8 geöffnet werden soll, ist die Hubverstellbewegung des Steuerkolbens 38 kleiner als die vorbestimmte Hubstrecke 53 bzw. kleiner als der vorbestimmte Schaltwert 53, so dass beim Verstellen des Steuerkolbens 38 die Hydraulikverbindung 48 offen bleibt. Bei offener Hydraulikverbindung 48 ist die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke 47 deaktiviert. Dementsprechend kann sich das Volumen des zweiten Steuerraums 37 verkleinern, ohne dass es dabei zu einem Druckanstieg im zweiten Steuerraum 37 kommt. Das Volumen, das durch das Einfahren des Steuerkolbens 38 in den zweiten Steuerraum 37 verdrängt wird, kann über die offene Hydraulikverbindung 48 in die Zuführungsleitung 11 entweichen.

Wenn nun zusätzlich die zweite Düsennadel 15 geöffnet werden soll, wird der Steuerkolben 38 über den Schaltwert 53 hinaus in Öffnungsrichtung 52 verstellt. Beim Überschreiten der Hubstrecke 53 wird die Hydraulikverbindung 48 gesperrt, so dass die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke 47 zumindest im Hinblick auf dynamische Vorgänge hermetisch abgeschlossen ist. Die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke 47 wird dadurch aktiviert. Eine über den Schaltwert 53 hinaus gehende Hubverstellbewegung des Steuerkolbens 38 führt dann zu einem Druckanstieg im zweiten Stellerraum 37, der auf die erste Kopplungsfläche 69 wirkt. Dies hat zur Folge, dass der Kopplungskolben 67 ebenfalls in der Öffnungsrichtung 52 des Steuerkolbens 38 verstellt wird. Dieser Öffnungshub des Kopplungskolbens 67 erzeugt im zweiten Übersetzerraum 31 einen Druckanstieg, durch den der zweite Antriebskolben 28 in der Öffnungsrichtung der zweiten Düsennadel 15 angetrieben wird. Dementsprechend ändert sich die Kräftebilanz der zweiten Düsennadel 15 dahingehend, dass die Öffnungskräfte überwiegen und die zweite Düsennadel vom zweiten Dichtsitz 17 abhebt.

Das Schließen der zweiten Düsennadel 15 sowie der ersten Düsennadel 8 erfolgt in entsprechender Weise beim Zurückfahren des Steuerkolbens 38.

In Fig. 4 ist ein viertes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1 gezeigt, wobei auch hier wegen der Übereinstimmungen mit den vorangehend beschriebenen Ausführungsbeispielen hinsichtlich Bauteilen und Funktionen auf das betreffend Fig. 1 bis 3 Gesagte verwiesen und nachfolgend lediglich die Unterschiede erläutert werden.

Bei der Variante gemäß Fig. 1 ist nur ein einziger Stellerraum 78 vorgesehen, in dem eine Steuerfläche 79 des in

den Steuerraum 78 eintauchenden Steuerkolbens 38 angeordnet und mit Druck beaufschlagbar ist. Der Steuerraum 78 kommuniziert über einen Steuerkanal 80 mit dem ersten Übersetzerraum 21. Die erste hydraulische Druckübertragungs-  
5 strecke 44 führt somit von der Steuerfläche 79 zur ersten Übersetzerfläche 20.

Im Unterschied dazu führt die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke 47 von der Steuerfläche 79 zur  
10 zweiten Übersetzerfläche 30. Das bedeutet, dass die erste hydraulische Druckübertragungsstrecke 44 und die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke 47 vom Steuerraum 78 bis zum ersten Übersetzerraum 21 gemeinsam verlaufen, bzw. bildet die erste hydraulische Druckübertragungsstrecke 44  
15 einen ersten Abschnitt der zweiten hydraulischen Druckübertragungsstrecke 47.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel enthält die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke 47 eine Hydraulik-  
20 verbindung 81, über welche der erste Übersetzerraum 21 mit dem zweiten Übersetzerraum 31 kommunizieren kann. Diese Hydraulikverbindung 81 ist steuerbar, d. h. sie kann geöffnet und gesperrt werden. Bei geöffneter Hydraulik-  
25 verbindung 81 kommunizieren die beiden Übersetzerräume 21, 31 miteinander, bei gesperrter Hydraulikverbindung 81 jedoch nicht. Bei gesperrter Hydraulikverbindung 81 ist die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke 47 unterbrochen, so  
30 dass dann keine Druckübertragung von der Steuerfläche 79 zur zweiten Übersetzerfläche 30 erfolgt. Das bedeutet, dass die zweite hydraulische Druckübertragungs-strecke 47 bei gesperrter Hydraulikverbindung 81 deaktiviert ist. Im Unterschied dazu können Drücke von der Steuerfläche 79 bis zur zweiten Übersetzerfläche 30 übertragen werden, wenn die Hydraulikverbindung 81 geöffnet ist, mit anderen Worten, bei

geöffneter Hydraulikverbindung 81 ist die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke 47 aktiviert.

Die Hydraulikverbindung 81 besteht aus wenigstens einem  
5 ersten Verbindungskanal 82 und wenigstens einem zweiten  
Verbindungskanal 83. Der erste Verbindungskanal 82 ist im  
ersten Antriebskolben 18 ausgebildet und mündet in den  
ersten Übersetzerraum 21. Der zweite Verbindungskanal 83 ist  
10 im Düsenkörper 2 ausgebildet und mündet in den zweiten  
Übersetzerraum 31. Die vom jeweiligen Übersetzerraum 21 bzw.  
31 entfernten, also die einander zugewandten Enden der  
Verbindungskanäle 82, 83 sind relativ zueinander so  
angeordnet, dass sie in der hier gezeigten Ausgangsstellung,  
15 in welcher beide Düsennadeln 8, 15 geschlossen sind, in  
Hubrichtung voneinander beabstandet sind. Dieser Abstand  
entspricht einer Hubstrecke 84 der ersten Düsennadel 8 bzw.  
einem Schaltwert 84. In der Ausgangsstellung ist somit die  
Hydraulikverbindung 81 gesperrt, d. h. die zweite  
20 hydraulische Druckübertragungsstrecke 47 ist deaktiviert.  
Erst wenn der erste Antriebskolben 18 bzw. die damit  
verbundene erste Düsennadel 8 einen Öffnungshub um die  
Hubstrecke 84 bzw. um den Schaltwert 84 durchführt, kommen  
die beiden einander zugewandten Enden der Verbindungskanäle  
82, 83 in Über-deckung, wodurch die Hydraulikverbindung 81  
25 geöffnet und somit die zweite hydraulische  
Druckübertragungsstrecke 47 aktiviert wird.

Im Unterschied zu den vorangehend gezeigten Ausführungs-  
beispielen ist bei der hier gezeigten Einspritzdüse 1 sowohl  
30 für den ersten Antriebskolben 18 als auch für den zweiten  
Antriebskolben 28 jeweils ein Kompensatorraum 23 bzw. 61  
vorgesehen. Die beiden Kompensatorräume 23, 61 kommunizieren  
über Querbohrungen 85 miteinander und über den  
Kompensatorkanal 54 mit der Zuführungsleitung 11.

Die erfindungsgemäße Einspritzdüse 1 entsprechend der Ausführungsform gemäß Fig. 4 funktioniert wie folgt:

5 In dem in Fig. 4 gezeigten Ausgangszustand sind beide  
Düsenadeln 8, 15 geschlossen. Im einzigen Steuerraum 78 herrscht der Hochdruck der Zuführungsleitung 11.  
Dementsprechend herrscht dieser Hochdruck auch im ersten Übersetzerraum 21. Über einen Drosselpfad 86, der  
10 beispielsweise radial zwischen dem Kolbenkopf 58 des zweiten Antriebskolbens 28 und einer zugehörigen Kolbenführung 87 des Düsenkörpers 2 ausgebildet ist und der den zweiten Kompensatorraum 81 mit dem zweiten Übersetzerraum 31 gedrosselt verbindet, wird zumindest bei statischen oder quasi statischen Zuständen ein Druckausgleich zwischen dem  
15 zweiten Kompensatorraum 61 und dem zweiten Übersetzerraum 31 erreicht. Dementsprechend herrscht im Ausgangszustand auch im zweiten Übersetzerraum 31 der Hochdruck der Zuführungsleitung 11.

20 Wenn nun eine Kraftstoffeinspritzung durch das wenigstens eine erste Spritzloch 5 durchgeführt werden soll, wird der Steuerkolben 38 in Öffnungsrichtung 52 betätigt. Der Steuerkolben 38 taucht dann in den Steuerraum 78 ein und verkleinert dadurch das Volumen des Steuerraums 78.  
25 Dementsprechend kommt es zu einem Druckanstieg an der Steuerfläche 79, der sich über die erste hydraulische Druckübertragungsstrecke 44 bis in den ersten Übersetzerraum 21 und an die erste Übersetzerfläche 20 fortpflanzt. Da im Ausgangszustand die Hydraulikverbindung 81 gespermt und  
30 somit die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke 47 deaktiviert ist, kann sich der erhöhte Druck von der Steuerfläche 79 nicht bis in den zweiten Übersetzerraum 31 zur zweiten Übersetzerfläche 30 fortpflanzen.

Durch den Druckanstieg im ersten Übersetzerraum 21 wird die Kräftebilanz der ersten Düsennadel 8 verändert, derart, dass eine in Öffnungsrichtung wirksame resultierende Kraft entsteht. Folglich hebt die erste Düsennadel 8 vom ersten Dichtsitz 10 ab. Bei deaktivierter zweiter hydraulischer Druckübertragungsstrecke 47 bleibt der Druck im zweiten Übersetzerraum 31 konstant, so dass die zweite Düsennadel 15 auch dann nicht abhebt, wenn ihre zweite Druckstufe 33 bei geöffneter erster Düsennadel 8 mit Druck beaufschlagt wird. Die zweite Düsennadel 15 bleibt daher noch geschlossen. Die Öffnungshubverstellung des Steuerkolbens 38 ist dabei so bemessen, dass der Öffnungshub des ersten Antriebskolbens 18 kleiner als die vorgegebene Hubstrecke 84 bleibt.

Wenn eine zusätzliche Kraftstoffeinspritzung auch durch das wenigstens eine zweite Spritzloch 6 durchgeführt werden soll, wird der Steuerkolben 38 so betätigt, dass er in der Öffnungsrichtung 52 noch tiefer in den Steuerraum 78 eintaucht. In der Folge kommt es zu einer Vergrößerung des Öffnungshubs der ersten Düsennadel 8 und somit des ersten Antriebskolbens 18. Sobald die Öffnungsbewegung des ersten Antriebskolbens 18 den Schaltwert 84 erreicht bzw. übersteigt, überlappen sich die einander zugewandten Ende der Verbindungskanäle 82, 83, so dass die Hydraulikverbindung 81 geöffnet ist, wodurch die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke 47 aktiviert wird. Dementsprechend kann nun der an der Steuerfläche 79 herrschende Druck über die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke 47 an die zweite Übersetzerfläche 30 übertragen werden, so dass sich im zweiten Übersetzerraum 31 ein Druckanstieg ausbildet. Hierdurch wird die Kräftebilanz der zweiten Düsennadel 15 so verändert, dass sich nunmehr eine in Öffnungsrichtung wirksame resultierende Kraft ergibt. Dementsprechend hebt dann die zweite Düsennadel 15 vom zweiten Dichtsitz 17 ab.

Das Schließen der zweiten Düsennadel 15 und der ersten Düsennadel 8 erfolgt entsprechend umgekehrt beim Zurückstellen des Steuerkolbens 38.

5

Ein wesentlicher Unterschied der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform gegenüber den in den Fig. 1 bis 3 gezeigten Varianten wird darin gesehen, dass bei der vierten Ausführungsform der erste Antriebskolben 18 als  
10 Steuerschieber arbeitet, so dass das Umschalten zwischen aktiviertem Zustand und deaktiviertem Zustand der zweiten hydraulischen Druckübertragungsstrecke 47 direkt in Abhängigkeit der Hubstellung der ersten Düsennadel 8 gesteuert ist. Auf diese Weise kann besonders genau für die  
15 erste Düsennadel 8 ein vorbestimmter Vorhub eingestellt werden, bis zu dem die erste Düsennadel 8 vom ersten Dichtsitz 10 abheben soll, bevor die zweite Düsennadel 15 öffnen soll. Da jedoch die Hubbewegung der ersten Düsennadel 8 mit der Hubbewegung des Steuerkolbens 38 korreliert,  
20 ergibt sich hierbei ebenfalls eine (indirekte) Steuerung der zweiten hydraulischen Druckübertragungsstrecke 47 in Abhängigkeit eines vorbestimmten Steuerkolbenhubs.

Im Unterschied dazu wird die zweite hydraulische  
25 Druckübertragungsstrecke 47 bei den anderen gezeigten Ausführungsformen direkt in Abhängigkeit des vorbestimmten Steuerkolbenhubs gesteuert, da dort der Steuerkolben 38 als Schieber arbeitet, der die Hydraulikverbindung 48 öffnet oder sperrt. Da die Öffnungsbewegung des Steuerkolbens 38  
30 mit der Öffnungsbewegung der ersten Düsennadel 8 korreliert, kann durch eine entsprechend Auswahl des Schaltwerts 53 auch ein gewünschter Vorhub für die erste Düsennadel 8 mehr oder weniger genau realisiert werden.

Allen Ausführungsformen ist gemein, dass nur ein einziger Steuerkolben 38 und dementsprechend auch nur ein einziger Aktuator erforderlich ist, um beide Düsennadeln 8, 15 separat bzw. nacheinander direkt zum Öffnen anzusteuern.

5 Hierdurch ergibt sich für die Einspritzdüse 1 ein besonders einfacher und somit preiswerter Aufbau.

Obwohl hier exemplarisch vier verschiedene Ausführungsformen detailliert beschrieben sind, ist klar, dass sich die  
10 Erfindung nicht darin erschöpft und dass insbesondere einzelne Merkmale unterschiedlicher Ausführungsformen miteinander kombiniert und/oder gegeneinander ausgetauscht werden können.

15



5

10

### Ansprüche

1. Einspritzdüse für eine Brennkraftmaschine, insbesondere  
15 in einem Kraftfahrzeug,  
- mit einem Düsenkörper (2), der mindestens ein erstes  
Spritzloch (5) und mindestens ein zweites Spritzloch  
(6) aufweist,  
- mit einer in einer ersten Nadelführung (7) des  
20 Düsenkörpers (2) geführten, als Hohlneedle  
ausgebildeten ersten Düsennadel (8), mit der die  
Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine  
erste Spritzloch (5) steuerbar ist, und  
- mit einer koaxial zur ersten Düsennadel (8)  
25 angeordneten zweiten Düsennadel (15), mit der die  
Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine  
zweite Spritzloch (6) steuerbar ist,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
- dass ein Steuerkolben (38) vorgesehen ist, der mit  
30 einem Aktor (57) antriebsgekoppelt ist,  
- dass ein erster Antriebskolben (18) vorgesehen ist,  
der mit der ersten Düsennadel (8) antriebsverbunden  
ist und eine erste Übersetzerfläche (20) aufweist, die  
über eine erste hydraulische Druckübertragungsstrecke

(44) mit einer Steuerfläche (40; 79) des Steuerkolbens (38) hydraulisch gekoppelt ist,

- dass ein zweiter Antriebskolben (28) vorgesehen ist, der mit der zweiten Düsennadel (15) antriebsgekoppelt ist und eine zweite Übersetzerfläche (30) aufweist, die über eine aktivierbare und deaktivierbare zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke (47) mit einer Steuerfläche (43; 79) des Steuerkolbens (38) hydraulisch koppelbar ist,
- dass das Aktivieren und Deaktivieren der zweiten hydraulischen Druckübertragungsstrecke (47) in Abhängigkeit des Steuerkolbenhubes gesteuert ist.

2. Einspritzdüse nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass ein Steuerkolbenhub, bei dem die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke (47) zwischen ihrem aktivierten und deaktivierten Zustand umschaltet, so vorbestimmt ist, dass bei einer Öffnungshubbewegung des Steuerkolbens (38) bis zum Erreichen dieses vorbestimmten Steuerkolbenhubes die erste Düsennadel (8) einen Öffnungshub durchführt, während die zweite Düsennadel (15) in ihrer Schließstellung verbleibt, und dass bei einer über diesen vorbestimmten Steuerkolbenhub hinausgehenden Öffnungshubbewegung des Steuerkolbens (38) auch die zweite Düsennadel (15) einen Öffnungshub durchführt.

3. Einspritzdüse nach Anspruch 1 oder 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
- dass der Steuerkolben (38) an einem ersten Ende (41) in einem ersten Steuerraum (35) eine erste Steuerfläche (40) und an einem dem ersten Ende (41) entgegengesetzten zweiten Ende (42) in einem zweiten

Steuerraum (37) eine zweite Steuerfläche (43)  
aufweist,

- dass mit der ersten hydraulischen Druckübertragungs-  
strecke (44) die erste Steuerfläche (40) mit der  
ersten Übersetzerfläche (20) gekoppelt ist,
- dass mit der zweiten hydraulischen Druckübertragungs-  
strecke (47) die zweite Steuerfläche (42) mit der  
zweiten Übersetzerfläche (30) koppelbar ist.

4. Einspritzdüse nach Anspruch 3,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

- dass der zweite Steuerraum (37) über eine steuerbare  
Hydraulikverbindung (48) an eine Zuführungsleitung  
(11) anschließbar ist, die den Spritzlöchern (5, 6)  
unter Hochdruck stehenden Kraftstoff zuführt,
- dass die Hydraulikverbindung (48) in Abhängigkeit der  
Steuerkolbenhubstellung zum Öffnen und Sperren  
gesteuert ist,
- dass die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke  
(47) bei geöffneter Hydraulikverbindung (48)  
deaktiviert und bei gesperrter Hydraulikverbindung  
(48) aktiviert ist.

5. Einspritzdüse nach Anspruch 3 oder 4

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

- dass die erste Übersetzerfläche (20) in einem ersten  
Übersetzerraum (21) angeordnet ist, der über einen  
ersten Steuerkanal (34) mit dem ersten Steuerraum (35)  
kommuniziert,
- dass die zweite Übersetzerfläche (30) in einem zweiten  
Übersetzerraum (31) angeordnet ist, der über einen  
zweiten Steuerkanal (36) mit dem zweiten Steuerraum  
(37) kommuniziert.

6. Einspritzdüse nach Anspruch 3 oder 4,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die erste Übersetzerfläche (20) im ersten Steuerraum  
(35) angeordnet ist.

- 5        7. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 3, 4 oder 6,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
- dass die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke  
(47) einen Kopplungskolben (67) enthält, der an einem  
ersten Ende (68) im zweiten Steuerraum (37) eine erste  
10       Kopplungsfläche (69) und an einem, dem ersten Ende  
(68) entgegengesetzten zweiten Ende (70) in einem  
Übersetzerraum (31) eine zweite Kopplungsfläche (71)  
aufweist,  
- dass die zweite Übersetzerfläche (30) im  
15       Übersetzerraum (31) angeordnet ist-

8. Einspritzdüse nach Anspruch 7,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
- dass der Kopplungskolben (67) koaxial im ersten  
20       Antriebskolben (18) hubverstellbar gelagert ist  
und/oder  
- dass der Kopplungskolben (67) koaxial auf dem zweiten  
Antriebskolben (28) hubverstellbar gelagert ist.

- 25       9. Einspritzdüse zumindest nach Anspruch 4,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass ein Abschnitt (49) der Hydraulikverbindung (48) im  
Steuerkolben (38) ausgebildet ist.

- 30       10. Einspritzdüse nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
- dass der Steuerkolben (38) in einem Steuerraum (78)  
eine Steuerfläche (79) aufweist,

- dass mit der ersten hydraulischen Druckübertragungsstrecke (44) die Steuerfläche (79) mit der ersten Übersetzerfläche (20) gekoppelt ist,
- dass mit der zweiten hydraulischen Druckübertragungsstrecke (47) die Steuerfläche (79) mit der zweiten Übersetzerfläche (30) koppelbar ist.

11. Einspritzdüse nach Anspruch 10,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

- dass die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke (47) eine steuerbare Hydraulikverbindung (81) aufweist, über die ein erster Übersetzerraum (21), in dem die erste Übersetzerfläche (20) angeordnet ist, an einen zweiten Übersetzerraum (31), in dem die zweite Übersetzerfläche (30) angeordnet ist, anschließbar ist,
- dass die Hydraulikverbindung (81) in Abhängigkeit der Steuerkolbenstellung zum Öffnen und Sperren gesteuert ist,
- dass die zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke (47) bei geöffneter Hydraulikverbindung (81) aktiviert und bei gesperrter Hydraulikverbindung (81) deaktiviert ist.

12. Einspritzdüse nach Anspruch 11,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass ein Abschnitt (82) der Hydraulikverbindung (81) im ersten Antriebskolben (18) ausgebildet ist.

13. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 3 bis 12,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass der zweite Antriebskolben (28) eine der zweiten Übersetzerfläche (30) entgegengesetzte Kompensatorfläche (60) aufweist, die in einen Kompensatorraum (61)

angeordnet ist, der mit der Zuführungsleitung (11)  
kommuniziert.

14. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 3 bis 13,  
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der erste Antriebskolben (18) eine der ersten  
Übersetzerfläche (20) entgegengesetzte Kompensatorfläche  
(22) aufweist, die in einem Kompensatorraum (23)  
angeordnet ist, der mit der Zuführungsleitung (11)  
10 kommuniziert.

15

5

## Zusammenfassung

10

15

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einspritzdüse (1) für eine Brennkraftmaschine, mit einem Düsenkörper (2), der mindestens ein erstes Spritzloch (5), das mit einer ersten Düsennadel (8) steuerbar ist, und mindestens ein zweites Spritzloch (6) aufweist, das mit einer zweiten Düsennadel (15) steuerbar ist.

20

25

30

Für die Einspritzdüse (1) läßt sich ein vereinfachter Aufbau dadurch erzielen, dass ein erster Antriebskolben (18) mit der ersten Düsennadel (8) gekoppelt ist und eine erste Übersetzerfläche (20) aufweist, die über eine erste Druckübertragungsstrecke (44) mit einer Steuerfläche (40) eines Steuerkolbens (38) hydraulisch gekoppelt ist, dass ein zweiter Antriebskolben (28) mit der zweiten Düsennadel (15) gekoppelt ist und eine zweite Übersetzerfläche (30) aufweist, die über eine aktivierbare und deaktivierbare zweite hydraulische Druckübertragungs-strecke (47) mit einer Steuerfläche (43) des Steuerkolbens (38) hydraulisch koppelbar ist, und dass das Aktivieren und Deaktivieren der zweiten Druckübertragungsstrecke (47) in Abhängigkeit des Steuerkolbenhubs gesteuert ist.

35

(Fig. 1)

5

10

### Bezugszeichenliste

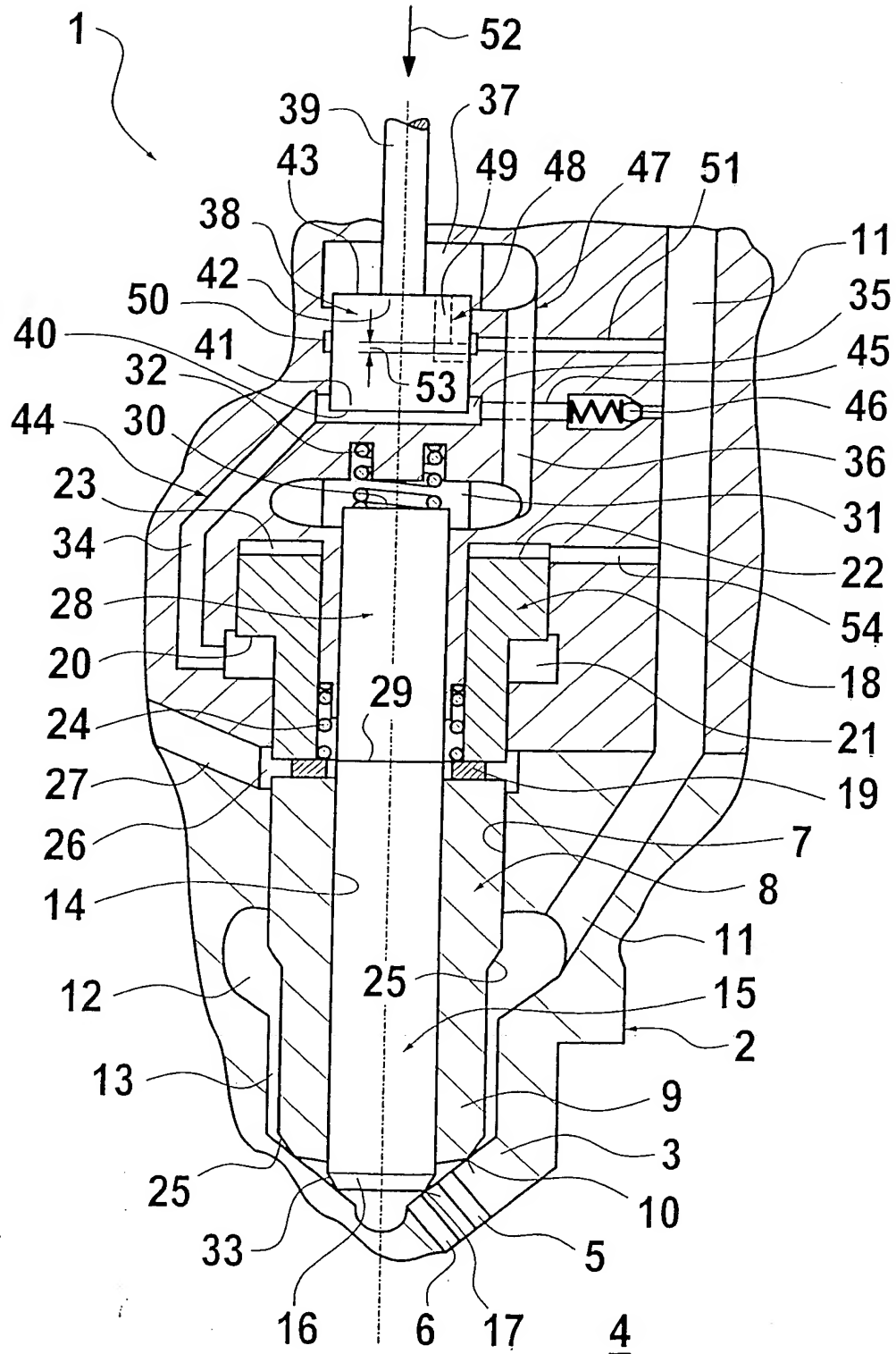
	1	Einspritzdüse
15	2	Düsenkörper
	3	Düsenspritze
	4	Brennraum/Vormischraum
	5	erstes Spritzloch
	6	zweites Spritzloch
20	7	erste Nadelführung
	8	erste Düsennadel
	9	erste Nadelspitze
	10	erster Dichtsitz
	11	Zuführungsleitung
25	12	Düsenraum
	13	Ringraum
	14	zweite Nadelführung
	15	zweite Düsennadel
	16	zweite Nadelspitze
30	17	zweiter Dichtsitz
	18	erster Antriebskolben
	19	Scheibe
	20	erste Übersetzerfläche
	21	erster Übersetzerraum
35	22	erste Kompensatorfläche



	23	erster Kompensatorraum
	24	erste Feder
	25	erste Druckstufe
	26	Leckageraum
5	27	Leckagekanal
	28	zweiter Antriebskolben
	29	Trennlinie
	30	zweite Übersetzerfläche
	31	zweiter Übersetzerraum
10	32	zweite Feder
	33	zweite Druckstufe
	34	erster Steuerkanal
	35	erster Steuerraum
	36	zweiter Steuerkanal
15	37	zweiter Steuerraum
	38	Steuerkolben
	39	Antriebsstange
	40	erste Steuerfläche
	41	erstes Ende von 38
20	42	zweites Ende von 38
	43	zweite Steuerfläche
	44	erste hydraulische Druckübertragungsstrecke
	45	Einspeisleitung
	46	Einspeisventil
25	47	zweite hydraulische Druckübertragungsstrecke
	48	Hydraulikverbindung
	49	Abschnitt von 48
	50	Ringraum
	51	Kanal
30	52	Öffnungsrichtung
	53	Hubstrecke/Schaltwert
	54	Kompensatorkanal
	55	Rückstellfeder
	56	Aktorkolben
35	57	Aktor

	58	Kolbenkopf
	59	Kolbenstange
	60	zweite Kompensatorfläche
	61	zweiter Kompensatorraum
5	62	Drosselpfad
	63	Steuerkolbenführung
	64	Zapfen
	65	Drosselpfad
	66	Kolbenführung
10	67	Kopplungskolben
	68	erstes Ende von 67
	69	erste Kopplungsfläche
	70	zweites Ende von 67
	71	zweite Kopplungsfläche
15	72	erster Abschnitt von 54
	73	zweiter Abschnitt von 54
	74	dritter Abschnitt von 54
	75	Ringraum
	76	Ringraum
20	77	Drosselpfad
	78	Steuerraum
	79	Steuerfläche
	80	Steuerkanal
	81	Hydraulikverbindung
25	82	erster Verbindungskanal
	83	zweiter Verbindungskanal
	84	Hubstrecke/Schaltwert
	85	Querbohrung
	86	Drosselpfad
30	87	Kolbenführung

FIG. 1



2/4

FIG. 2

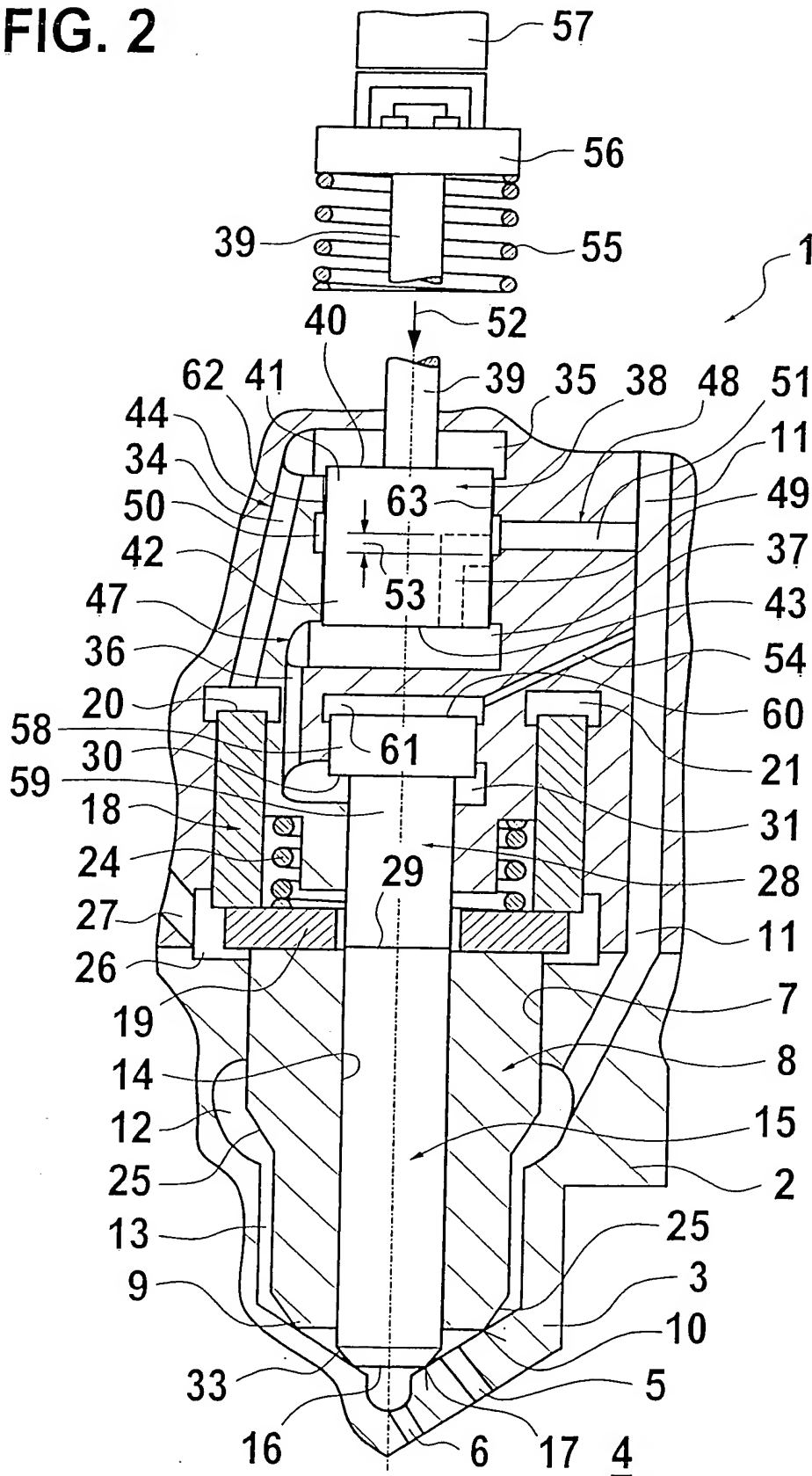
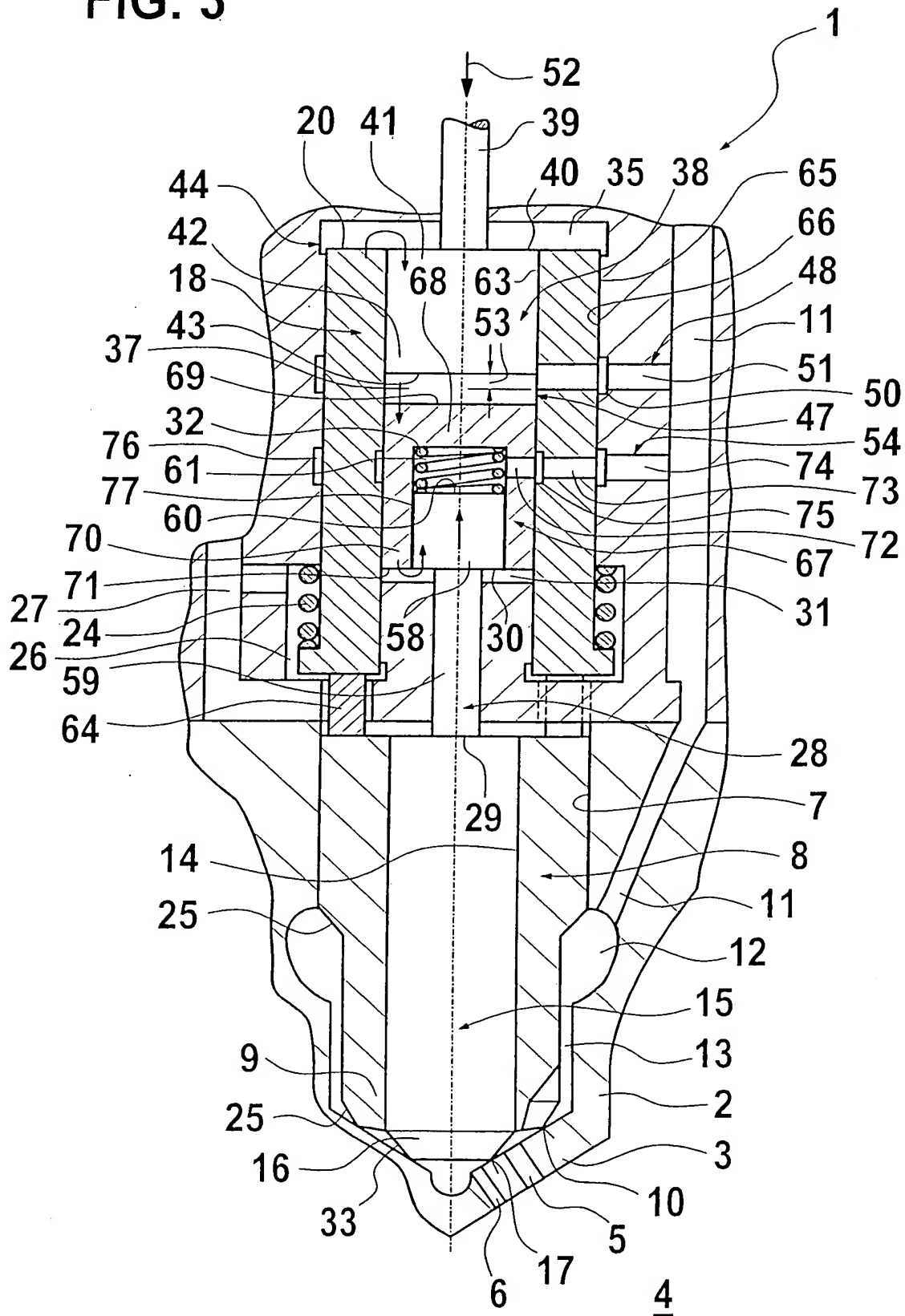


FIG. 3



4/4

FIG. 4

